

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-273601
 (43)Date of publication of application : 30.09.1994

(51)Int.CI. G02B 1/10
 C23C 14/06

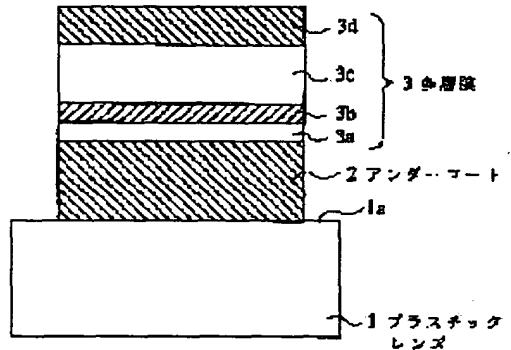
(21)Application number : 05-084092 (71)Applicant : CANON INC
 (22)Date of filing : 18.03.1993 (72)Inventor : TERADA JUNJI
 KAMEYAMA MAKOTO
 SAKAMOTO JUNICHI

(54) ANTIREFLECTION FILM OF OPTICAL PARTS MADE OF SYNTHETIC RESIN

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the durability of the antireflection films of optical parts made of a synthetic resin.

CONSTITUTION: An under coat 2 essentially consisting of a silicon dioxide SiO_x ($2 > x > 1$) and having 200 to 300nm film thickness is formed on the surface 1a of a plastic lens 1 and multilayered films 3 are laminated on this under coat 2. These multilayered films 3 consist of thin films 3a, 3c of a first layer and third layer formed out of high-refractive index materials essentially consisting of TiO₂ or ZrO₂ or a mixture composed thereof and thin films 3b, 3d of a second layer and fourth layer 4 made of low-refractive index materials essentially consisting of the silicon dioxide SiO_x ($2 \geq x \geq 1$). The under coat 2 enhances the adhesion property between the multilayered films 3 and the surface 1a of the plastic lens 1 without impairing the antireflection characteristics of the multilayered films 3 and improves the durability, such as wear resistance and chemical resistance, thereof.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3221764

[Date of registration] 17.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3221764号

(P3221764)

(45)発行日 平成13年10月22日(2001.10.22)

(24)登録日 平成13年8月17日(2001.8.17)

(51)IntCl.⁷

識別記号

F I

G 02 B 1/11

C 23 C 14/06

P

C 23 C 14/06

G 02 B 1/10

A

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平5-84092

(73)特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者

寺田 順司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

(72)発明者

龜山 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

(72)発明者

坂本 淳一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

(74)代理人

100095991

弁理士 阪本 善朗

審査官 横井 康真

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 合成樹脂製光学部品の反射防止膜

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 合成樹脂製光学部品の表面に成膜されたケイ素酸化物 $S_i O_x$ ($2 > x > 1$) を主成分とする膜厚 200 nm ないし 300 nm のアンダーコートと、該アンダーコート上に成膜された反射防止特性を有する繰返し多層膜からなり、前記アンダーコートの屈折率が 1.49 ないし 1.59 の範囲にあり、かつ、前記繰返し多層膜が前記合成樹脂製光学部品の表面に近い側から

$$1.95 \leq n_1 \leq 2.15, 0.05 \lambda \leq n_1 d_1 \leq 0.13 \lambda,$$

$$1.43 \leq n_2 \leq 1.55, 0.10 \lambda \leq n_2 d_2 \leq 0.07 \lambda,$$

$$1.95 \leq n_3 \leq 2.15, 0.21 \lambda \leq n_3 d_3 \leq 0.49 \lambda,$$

$$1.43 \leq n_4 \leq 1.55, 0.20 \lambda \leq n_4 d_4 \leq 0.28 \lambda,$$

を満足することを特徴とする合成樹脂製光学部品の反射防止膜。

【請求項2】 繰返し多層膜の第1層と第3層が $T_i O$

2

順に第1層ないし第4層の4層の薄膜からなり、設計波長 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 、前記第1層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_1 、 $n_1 d_1$ 、前記第2層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_2 、 $n_2 d_2$ 、前記第3層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_3 、 $n_3 d_3$ 、前記第4層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_4 、 $n_4 d_4$ としたときに、これらの薄膜の屈折率と光学膜厚が以下の条件式、

2 または ZrO_2 またはこれらの混合物を主成分とする高屈折率材料から形成され、第2層と第4層が $S_i O_x$ ($2 \geq x \geq 1$) を主成分とする低屈折率材料から形成さ

れたことを特徴とする請求項1記載の合成樹脂製光学部品の反射防止膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラスチックレンズ等の合成樹脂製光学部品の表面反射を防止するための合成樹脂製光学部品の反射防止膜に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、光学レンズ等の光学部品の表面反射を防止するために、ケイ素酸化物 SiO_x の薄膜を設けたり、あるいは ZrO_2 , TiO_2 , CaO_2 , Ta_2O_5 等の高屈折率材料の薄膜と MgF_2 , SiO_2 等の低屈折率材料の薄膜を交互に蒸着した多層膜からなる反射防止膜を設ける方法が提案されており、特に、プラスチックレンズ等の合成樹脂製の光学部品においては、その表面の軟質性や耐薬品性等を補うことも必要であるため、硬度が高く、耐薬品性等にすぐれたケイ素酸化物 SiO_x の薄膜を反射防止膜の第1層あるいは中間層として用いることが多い。

【0003】一例として、特開昭60-98401号公報には、アクリルレンズの表面に SiO からなる屈折率nが1.55以上で厚さ89nm以下の四分の一波長膜(以下、「 $\lambda/4$ 膜」という。)を蒸着し、その上に MgF_2 からなる屈折率n=1.38の $\lambda/4$ 膜を積層した2層膜の反射防止膜が提案されており、また、特開昭60-225101号公報には、第1層として SiO_2 からなる屈折率n=1.47、膜厚d=354nm、光学膜厚nd= λ_0 の薄膜を真空蒸着によって形成し、その上に順次、 Ta_2O_5 からなる屈折率n=2.05、光学膜厚nd=0.057 λ_0 の薄膜と、 SiO_2 からなる屈折率n=1.47、光学膜厚d=0.11 λ_0 の薄膜と、 Ta_2O_5 からなる屈折率n=2.05、光学膜厚nd=0.538 λ_0 の薄膜と、 SiO_2 からなる屈折率n=1.47、光学膜厚nd=0.258 λ_0 の薄膜を積層した5層膜からなる反射防止膜が提案されており(設計波長 $\lambda_0=520\text{ nm}$)、さらに、特開平3-116101号公報には、メタクリル樹脂注型基板上に第1層として SiO_x からなる屈折率n=1.60、光学膜厚nd=($\lambda_0/4$)×20%(d=17~18nm)の薄膜を真空蒸着によって形成し、その上に、 TiO_2 からなる屈折率n=1.95、光学膜厚nd=($\lambda_0/4$)×20%の薄膜と、 SiO_2 からなる屈折率n=1.45、光学膜厚nd=($\lambda_0/4$)×40%の薄膜と、 TiO_2 からなる屈折率n=2.0、光学膜厚nd=($\lambda_0/4$)×70%の薄膜と、 SiO_2 から

$$1.95 \leq n_1 \leq 2.15, 0.05 \lambda \leq n_1 d_1 \leq 0.13 \lambda,$$

$$1.43 \leq n_2 \leq 1.55, 0.03 \lambda \leq n_2 d_2 \leq 0.07 \lambda,$$

$$1.95 \leq n_3 \leq 2.15, 0.21 \lambda \leq n_3 d_3 \leq 0.49 \lambda,$$

$$1.43 \leq n_4 \leq 1.55, 0.20 \lambda \leq n_4 d_4 \leq 0.28 \lambda,$$

を満足することを特徴とする。

なる屈折率n=1.45、光学膜厚nd=($\lambda_0/4$)×95%の薄膜を積層した5層膜からなる反射防止膜(設計波長 $\lambda_0=550\sim570\text{ nm}$)が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の技術によれば、いずれも居住用空間等の限られた環境で用いる場合は著しく性能が劣化するおそれはないが、屋外等において厳しい温度条件に曝されたり、温度や湿度の変化の大きい環境で長期にわたって使用されると、耐摩耗性や耐薬品性が劣化したり、合成樹脂の母材の熱歪等によって反射防止膜にクラック(膜割れ)が発生し、ひどい時には膜剥離を起すおそれがある。

【0005】また、後述する品質評価テストの結果、前述の特開昭60-98401号公報および特開平3-116101号公報に記載された反射防止膜は、成膜直後からその耐摩耗性や耐薬品性が不充分であることが判明し、特開昭60-225101号公報に記載された反射防止膜は、可視域の光に対して3%程度の吸収性を有し、その光学特性に難点があることが判明した。

【0006】本発明は上記従来の技術の未解決の課題に鑑みてなされたものであり、耐摩耗性や耐薬品性および光学特性にすぐれており、かつ、厳しい温度条件や湿度条件、あるいは、温度や湿度が大きく変化する環境で長時間使用しても、前述の特性が劣化したり、クラックや膜剥離を起こすおそれのない合成樹脂製光学部品の反射防止膜を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の反射防止膜は、合成樹脂製光学部品の表面に成膜されたケイ素酸化物 SiO_x ($2 > x > 1$)を主成分とする膜厚200nmないし300nmのアンダーコートと、該アンダーコート上に成膜された反射防止特性を有する繰返し多層膜からなり、前記アンダーコートの屈折率が1.49ないし1.59の範囲にあり、かつ、前記繰返し多層膜が前記合成樹脂製光学部品の表面に近い側から順に第1層ないし第4層の4層の薄膜からなり、設計波長 $\lambda=500\text{ nm}$ 、前記第1層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_1 、 $n_1 d_1$ 、前記第2層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_2 、 $n_2 d_2$ 、前記第3層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_3 、 $n_3 d_3$ 、前記第4層の薄膜の屈折率と光学膜厚をそれぞれ n_4 、 $n_4 d_4$ としたときに、これらの薄膜の屈折率と光学膜厚が以下の条件式、

【0008】また、繰返し多層膜の第1層と第3層がT

SiO_2 または ZrO_2 またはこれらの混合物を主成分とする高屈折率材料から形成され、第2層と第4層が SiO_x ($2 \geq x \geq 1$) を主成分とする低屈折率材料から形成されるとよい。

【0009】

【作用】上記装置によれば、硬度が高く、耐薬品性や合成樹脂に対する密着性にすぐれたケイ素酸化物 SiO_x ($2 > x > 1$) を主成分とする薄膜を、反射防止特性に関与しないアンダーコートとして用いることによって、反射防止膜の耐摩耗性や耐薬品性および合成樹脂に対する密着性を向上させる。アンダーコートの膜厚を 200 nm 以上にすることで、上記の耐摩耗性、耐薬品性を充分に向上させ、加えて、屋外等の温度、湿度の厳しい環境における耐久性も向上させることができる。また、アンダーコートの膜厚が 300 nm 以下であれば、前記の厳しい環境において長期間使用しても反射防止膜のクラックや膜剥離を生じるおそれがない。

【0010】

【実施例】本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0011】図 1 は一実施例を示す模式断面図であつて、本実施例の合成樹脂製光学部品の反射防止膜 E1 は、ポリメタクリル酸メチル (PMMA) で作られたプラスチックレンズ 1 の表面 1a に蒸着されたアンダーコート 2 と、これに積層された繰返し多層膜である多層膜 3 からなり、アンダーコート 2 は前述の合成樹脂製材料に対して良好な密着性を有し、かつ、耐薬品性、および耐摩耗性にすぐれたケイ素酸化物 SiO_x ($2 > x > 1$) を主成分とする屈折率 $n = 1.49 \sim 1.59$ の低屈折率材料からなる膜厚 $d = 200 \text{ nm} \sim 300 \text{ nm}$ の薄膜であり、多層膜 3 は、酸化チタン TiO_2 または酸化ジルコニウム ZrO_2 またはこれらの混合物を主成分とする高屈折率材料からなる第1層の薄膜（以下、「第

屈折率 n

第1層 3 a	1. 95 ~ 2. 15	0. 05 λ ~ 0. 13 λ
第2層 3 b	1. 43 ~ 1. 55	0. 03 λ ~ 0. 07 λ
第3層 3 c	1. 95 ~ 2. 15	0. 21 λ ~ 0. 49 λ
第4層 3 d	1. 43 ~ 1. 55	0. 20 λ ~ 0. 28 λ

ここで、基本波長 $\lambda = 500 \text{ nm}$

次に、本実施例の製造工程を説明する。

【0015】まず、ポリメタクリル酸メチル (PMMA) のプラスチックレンズ 1 を公知の真空蒸着室に搬入し、該真空蒸着室を排気して $3 \times 10^{-5} \text{ torr}$ 以上の高真空中としたうえで、 O_2 ガスを導入し、真空蒸着室の圧力を $1.0 \times 10^{-4} \text{ torr}$ に設定する。次に抵抗加熱法あるいは電子ビーム加熱法によってケイ素酸化物 SiO_x ($2 > x > 1$) を主成分とする蒸発材料を加熱蒸発させ、プラスチックレンズ 1 の表面 1a に光学膜厚 $n_d = 330 \text{ nm}$ のアンダーコート 2 を形成する。このときの蒸着速度 10 \AA/sec であった。次いで、 O_2 ガス導入量を制御して真空蒸着室の圧力を $5 \times 10^{-5} \text{ torr}$ に設定し、 ZrO_2 と TiO_2 の混合物を主成分とする蒸発材料を電子ビーム加熱法によって加熱蒸発させ、蒸着速度 5 \AA/sec で光学膜厚 $n_d = 210 \text{ nm}$ の第3層 3c を形成し、さらに、 O_2

1 層」という。）3a と、ケイ素酸化物 SiO_x ($2 \geq x \geq 1$) を主成分とする低屈折率材料からなる第2層の薄膜（以下、「第2層」という。）3b と、酸化チタン TiO_2 または酸化ジルコニウム ZrO_2 またはこれらの混合物を主成分とする高屈折率材料からなる第3層の薄膜（以下、「第3層」という。）3c と、ケイ素酸化物 SiO_x ($2 \geq x \geq 1$) を主成分とする低屈折率材料からなる第4層の薄膜（以下、「第4層」という。）3d によって構成されている。

【0012】アンダーコート 2 の材料として屈折率 $n = 1.49 \sim 1.59$ のケイ素酸化物を主成分とする低屈折率材料を選んだ理由は、合成樹脂製光学部品の材料として多用されるポリメタクリル酸メチル (PMMA) やポリカーボネート (PC) やポリスチレン (PS) の屈折率が上記の範囲にあること、および、上記低屈折率材料が、耐薬品性や耐摩耗性にすぐれしており、上記の合成樹脂に対して良好な密着性を有し、かつ、アンダーコートとして用いた場合に光散乱量および光吸収量が少いためである。

【0013】また、アンダーコート 2 の膜厚が 200 nm 以下であると、充分な耐薬品性や耐摩耗性を得ることができず、300 nm 以上である場合は逆にクラックが発生しやすいことが実験によって判明している。なお、多層膜 3 の第1層 3a と第2層 3b は高屈折率材料と低屈折率材料からなる等価薄膜を構成し、多層膜 3 の基本的な膜構成は、設計波長 λ に対して前記等価薄膜の膜厚が $\lambda/4$ 、第3層 3c の膜厚が $\lambda/4$ または $\lambda/2$ 、第4層 3d の膜厚が $\lambda/4$ である。また、多層膜 3 の各層 3a ~ 3d の屈折率 n および光学膜厚 n_d は以下の範囲であるのが望ましい。

【0014】

屈折率 n 光学膜厚 n_d

第1層 3 a	1. 95 ~ 2. 15	0. 05 λ ~ 0. 13 λ
第2層 3 b	1. 43 ~ 1. 55	0. 03 λ ~ 0. 07 λ
第3層 3 c	1. 95 ~ 2. 15	0. 21 λ ~ 0. 49 λ
第4層 3 d	1. 43 ~ 1. 55	0. 20 λ ~ 0. 28 λ

ここで、 ZrO_2 と TiO_2 の混合物を主成分とする蒸発材料を電子ビーム加熱法によって加熱蒸発させ、蒸着速度 5 \AA/sec で光学膜厚 $n_d = 36 \text{ nm}$ の多層膜 3 の第1層 3a を形成する。さらに、 O_2 ガス導入量を制御して真空蒸着室の圧力を $1.0 \times 10^{-4} \text{ torr}$ に設定し、 SiO_2 を主成分とする蒸発材料を電子ビーム加熱法によって加熱蒸発させ、蒸着速度 10 \AA/sec で光学膜厚 $n_d = 24 \text{ nm}$ の第2層 3b を形成し、次いで、 O_2 ガス導入量を制御して真空蒸着室の圧力を $5 \times 10^{-5} \text{ torr}$ に設定し、 ZrO_2 と TiO_2 の混合物を主成分とする蒸発材料を電子ビーム加熱法によって加熱蒸発させ、蒸着速度 5 \AA/sec で光学膜厚 $n_d = 210 \text{ nm}$ の第3層 3c を形成し、さらに、 O_2

ガス導入量を制御して真空蒸着室の圧力を 1.0×10^{-4} torrに設定し、 SiO_2 を主成分とする蒸発材料を電子ビーム加熱法によって加熱蒸発させ、蒸着速度 10 \AA/sec で光学膜厚 $nd = 115 \text{ nm}$ の第4層 $3d$ を形成したのち、 O_2 ガスの導入を停止して真空蒸着室の圧力を一旦 3×10^{-5} torr以上の高真空中に減圧し、たうえで大気圧まで昇圧し、真空蒸着室を開放して製品

を取出す。

【0016】このようにして製作された反射防止膜E1の材料構成、各薄膜の屈折率n、膜厚dおよび光学膜厚ndを表1に示し、また、その反射防止特性を図2に示す。

【0017】

【表1】

構成	材料	屈折率n at 587nm	光学膜厚nd (d) nm(nm) $\lambda = 460\text{nm}$
多層膜の第4層	SiO_2	1.47	115 0.25 λ
多層膜の第3層	SiO_2 と TiO_2 の混合材	2.01	210 0.45 λ
多層膜の第2層	SiO_2	1.47	22 0.04 λ
多層膜の第1層	SiO_2 と TiO_2 の混合材	2.01	36 0.07 λ
アンダーコート	SiO_x ($2 > x > 1$)	1.55	330(208) 0.71 λ
プラスチックレンズ	PMMA	1.49	— —

次に、上記の製造工程の一部および反射防止膜またはプラスチックレンズの材料の一部を変更して第1ないし第3の変形例の反射防止膜E2～E4を製作した。第1変形例の反射防止膜E2の製造工程においては、アンダーコートを蒸着する際の真空蒸着室の O_2 ガス雰囲気の圧力を 1.5×10^{-4} torrとし、多層膜の第2層と第4層は SiO_x ($2 \geq x \geq 1$)を主成分とした低屈折率材料を公知の抵抗加熱法または電子ビーム加熱法で加熱蒸発させ、真空蒸着室の O_2 ガス雰囲気の圧力をアンダーコートを蒸着するときと同じ 1.5×10^{-4} torrに設定し、また多層膜の第1層と第3層は TiO_2 を主成分とする高屈折率材料を公知の抵抗加熱法または電子ビーム加熱法で加熱蒸発させた。他の点は本実施例の反射防止膜E1の製造工程と同様である。

【0018】第2変形例の反射防止膜E3の製造工程に

おいては、多層膜の第1層と第3層を蒸着するときの真空蒸着室の O_2 ガス雰囲気の圧力を 1×10^{-4} torrに設定し、蒸着速度は $2 \sim 3 \text{ \AA/sec}$ で成膜した。その他の点は本実施例の反射防止膜E1の製造工程と同様である。

【0019】第3変形例の反射防止膜E4は、プラスチックレンズの材料にポリカーボネート(PC)を用いて製作した。製造工程は本実施例の反射防止膜E1と同様である。

【0020】このようにして製作された第1ないし第3の変形例の反射防止膜E2～E4の材料構成、各薄膜の屈折率n、膜厚dおよび光学膜厚ndをそれぞれ表2ないし表4に示し、また、その反射防止特性をそれぞれ図3ないし図5に示す。

【0021】

【表2】

構成	材料	屈折率n at 587nm	光学膜厚nd nm(nm) $\lambda=460nm$	
多層膜の第4層	$SiO_x (2 \geq x \geq 1)$	1. 50	115	0. 25λ
多層膜の第3層	TiO ₂	2. 10	220	0. 47λ
多層膜の第2層	$SiO_x (2 \geq x \geq 1)$	1. 50	24	0. 05λ
多層膜の第1層	TiO ₂	2. 10	36	0. 07λ
アンダーコート	$SiO_x (2 > x > 1)$	1. 50	375(250)	0. 81λ
プラスチックレンズ	PMMA	1. 49	—	—

【0022】

【表3】

構成	材料	屈折率n at 587nm	光学膜厚nd nm(nm) $\lambda=460nm$	
多層膜の第4層	SiO_2	1. 44	115	0. 25λ
多層膜の第3層	SiO_2 と TiO_2 の混合材	2. 14	206	0. 44λ
多層膜の第2層	SiO_2	1. 44	27	0. 05
多層膜の第1層	SiO_2 と TiO_2 の混合材	2. 14	28	0. 06λ
アンダーコート	$SiO_x (2 > x > 1)$	1. 53	330(215)	0. 71λ
プラスチックレンズ	PMMA	1. 49	—	—

【0023】

【表4】

構成	材料	屈折率n at 587nm	光学膜厚n d (d) nm(nm) $\lambda=490\text{nm}$	
多層膜の第4層	SiO ₂	1. 47	122	0. 25λ
多層膜の第3層	SiO ₂ とTiO ₂ の混合材	2. 01	205	0. 41λ
多層膜の第2層	SiO ₂	1. 47	20	0. 04λ
多層膜の第1層	SiO ₂ とTiO ₂ の混合材	2. 01	40	0. 08λ
アンダーコート	SiO _x ($2 > x > 1$)	1. 55	462(298)	0. 94λ
プラスチックレンズ	PC	1. 59	—	—

また、比較のために、アンダーコートの膜厚dを180 nmとして本実施例の反射防止膜E 1と同じ製造工程によって第1比較例の反射防止膜E 5を製作し、さらに、アンダーコートの膜厚dを310 nmとして反射防止膜E 1と同じ製造工程によって第2の比較例の反射防止膜

E 6を製作した。両者の材料構成、各薄膜の屈折率n、膜厚dおよび光学膜厚n dをそれぞれ表5、6に示し、また反射防止特性をそれぞれ図6、7に示す。

【0024】

【表5】

構成	材料	屈折率n at 587nm	光学膜厚n d (d) nm(nm) $\lambda=480\text{nm}$	
多層膜の第4層	SiO ₂	1. 47	120	0. 25λ
多層膜の第3層	SiO ₂ とTiO ₂ の混合材	2. 01	227	0. 47λ
多層膜の第2層	SiO ₂	1. 47	31	0. 06λ
多層膜の第1層	SiO ₂ とTiO ₂ の混合材	2. 01	31	0. 06λ
アンダーコート	SiO _x ($2 > x > 1$)	1. 55	279(180)	0. 58λ
プラスチックレンズ	PMMA	1. 49	—	—

【0025】

【表6】

構成	材料	屈折率n at 587nm	光学膜厚n d (d) nm(nm) $\lambda=490\text{nm}$	
多層膜の第4層	SiO ₂	1. 47	122	0. 25λ
多層膜の第3層	SiO ₂ とTiO ₂ の混合材	2. 01	242	0. 49λ
多層膜の第2層	SiO ₂	1. 47	34	0. 07λ
多層膜の第1層	SiO ₂ とTiO ₂ の混合材	2. 01	29	0. 06λ
アンダーコート	SiO _x ($2 > x > 1$)	1. 55	480(310)	0. 63λ
プラスチックレンズ	PMMA	1. 49	—	—

次に、各反射防止膜E 1～E 6および前述の特開昭60-98401号公報の反射防止膜を従来例1、特開昭60-25101号公報の反射防止膜を従来例2、特開平3-16101号公報の反射防止膜を従来例3として、

20 それぞれの品質を評価する品質評価テストを行った結果を表7に示す。

【0026】

【表7】

表7から、本実施例の反射防止膜E1およびその変形例の反射防止膜E2～E4はいずれも密着性、耐摩耗性および耐薬品性においてすぐれており、また、これらの特性は、高温高湿の厳しい環境においてもあるいは厳しい温度変化のある環境においても大きく損なわれるおそれがないことが判る。なお、第1比較例の反射防止膜E5はアンダーコートの膜厚が不足したために耐薬品性が不充分であり、第2の比較例の反射防止膜E6はアンダーコートの膜厚が大きすぎるためにクラックが発生しやすいことが判る。また、前述のように、従来例1および3は成膜直後からその耐摩耗性や耐薬品性が不充分であり、従来例2は光学特性に難点があることが判る。

【0027】表7における(1)密着性、(2)耐摩耗性、(3)耐薬品性、(4)耐環境性は以下のテスト方法で評価した。

【0028】(1) 密着性

反射防止膜の表面に、セロファンテープを貼り、膜面に対し垂直方向にテープを瞬時に引剥し、目視にて膜剥離の有無を観察する。膜剥離が起きていない場合のみを良好とした。

【0029】(2) 耐摩耗性

反射防止膜の表面に、シルボン紙を当て荷重300gにて、往復50回こすり、目視にて傷の有無を観察する。膜傷が発生していない場合のみを良好とした。

【0030】(3) 耐薬品性

反射防止膜の表面に、エチルエーテルを浸したシルボン紙を当て荷重300gにて、往復50回こすり、目視にて膜浮きや膜傷等の有無を観察する。膜浮きや膜傷等が発生していない場合のみを良好とした。

【0031】(4) 耐環境性

(4-1) 高温高湿加速試験

反射防止膜を形成したプラスチックレンズを70°C-85%RHに設定された恒温槽内に500時間放置した後、目視にて膜外観を観察し、異常が認められない場合のみを良好とした。さらに、前記の(1)密着性、(2)耐摩耗性、(3)耐薬品性の評価テストを実施した。

【0032】(4-2) 热衝撃試験

反射防止膜を形成したプラスチックレンズを-30°C/-60°C-60%RHに各2時間のサイクルを10サイクル実施した後、目視にて膜外観を観察し、異常が認められない場合のみを良好とした。さらに、前記の(1)密着性、(2)耐摩耗性、(3)耐薬品性の評価テストを実施した。

【0033】

【発明の効果】本発明は、上述のとおり構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0034】耐摩耗性や耐薬品性および光学特性にすぐれおり、かつ、屋外等の厳しい温度条件や湿度条件、あるいは温度や湿度が大きく変化する環境で長時間使用

しても、前述の特性が劣化したり、クラックや膜剥離を起すおそれのない合成樹脂製光学部品の反射防止膜を実現する。その結果、屋外等ですぐれた耐久性を示す反射の少ない合成樹脂製光学部品を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例を示す模式断面図である。

【図2】図1の反射防止膜の反射防止特性を示すグラフである。

【図3】第1変形例の反射防止膜の反射防止特性を示すグラフである。

【図4】第2変形例の反射防止膜の反射防止特性を示すグラフである。

【図5】第3変形例の反射防止膜の反射防止特性を示すグラフである。

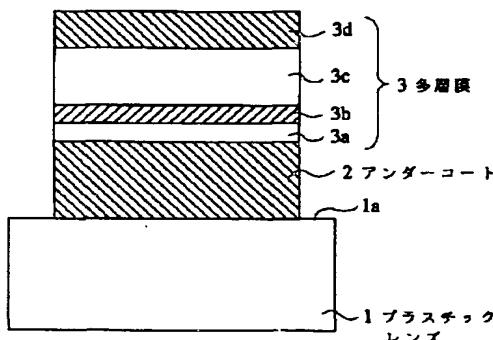
【図6】第1比較例の反射防止膜の反射防止特性を示すグラフである。

【図7】第2比較例の反射防止膜の反射防止特性を示すグラフである。

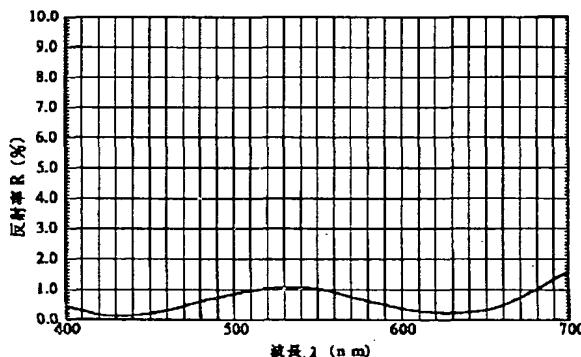
【符号の説明】

- | | | |
|----|----|-----------|
| 20 | 1 | プラスチックレンズ |
| | 2 | アンダーコート |
| | 3 | 多層膜 |
| | 3a | 第1層 |
| | 3b | 第2層 |
| | 3c | 第3層 |
| | 3d | 第4層 |

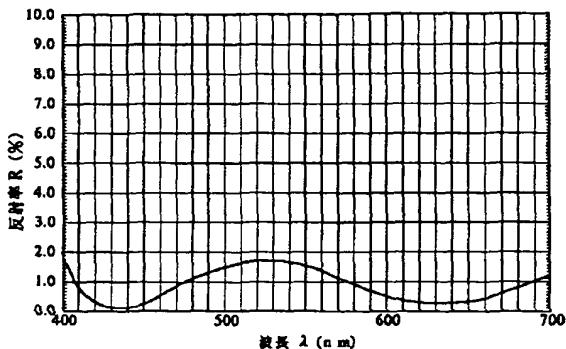
【図1】



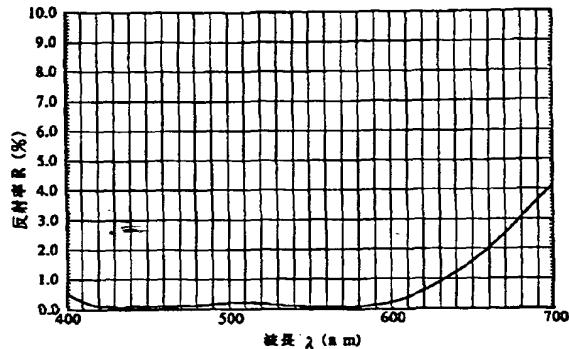
【図2】



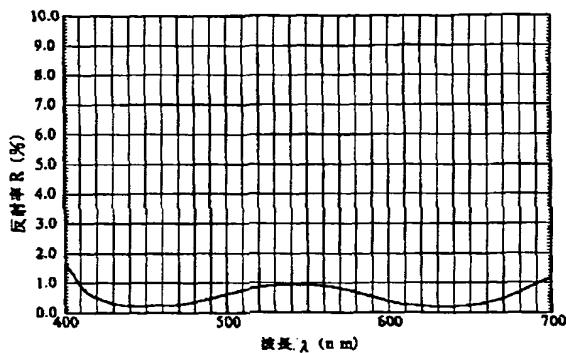
【図3】



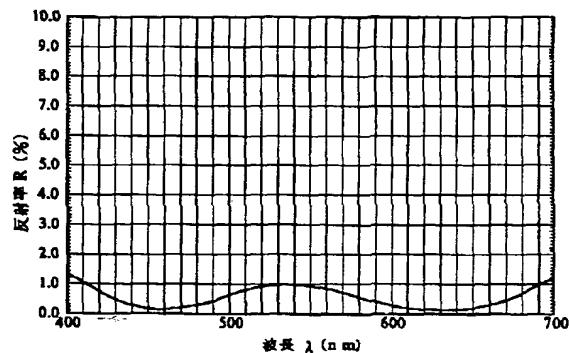
【図4】



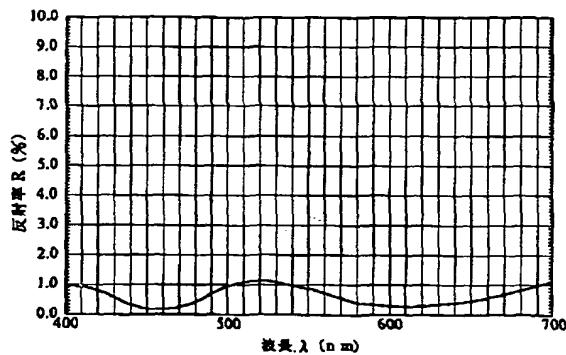
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭63-217302 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.C1.7, D B名)

G02B 1/10 - 1/12